

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2000-173750

(P2000-173750A)

(43)公開日 平成12年6月23日(2000.6.23)

(51)Int.Cl.<sup>7</sup>

識別記号

F I

テマコード\*(参考)

H 0 5 B 3/14

H 0 5 B 3/14

G 3 K 0 9 2

H 0 1 L 21/324

H 0 1 L 21/324

K

審査請求 未請求 請求項の数6 F D (全 9 頁)

(21)出願番号 特願平10-356937

(22)出願日 平成10年12月1日(1998.12.1)

(71)出願人 000221122

東芝セラミックス株式会社

東京都新宿区西新宿七丁目5番25号

(71)出願人 000219967

東京エレクトロン株式会社

東京都港区赤坂5丁目3番6号

(72)発明者 外谷 栄一

山形県西置賜郡小国町大字小国町378番地

東芝セラミックス株式会社小国製造所内

(74)代理人 100101878

弁理士 木下 茂

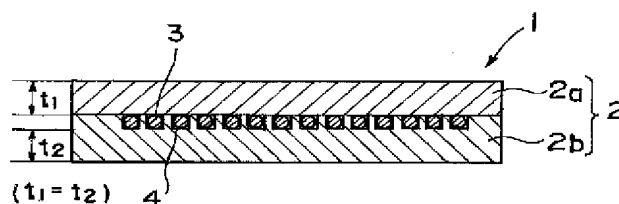
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 発熱体封入ヒータ

(57)【要約】

【課題】 発熱体を石英ガラス支持体内に容易に、かつ確実に封入することができ、しかも安価に製造でき、半導体製造プロセスにおけるウェハ等の熱処理用等々に好適に使用されるダスト発散等が抑制されたクリーンで高耐久性の発熱体封入ヒータを提供する。

【解決手段】 平坦面上に形成された溝4内に発熱体3を配設した第1の石英ガラス部材2bと、前記第1の石英ガラス部材2bの平坦面に密着可能に形成された平坦面を有する第2の石英ガラス部材2aとの、前記平坦面同志を融着させて一体化した発熱体封入ヒータ1であって、前記第1の石英ガラス部材2bの1430℃における粘度が $3.0 \times 10^{10}$ ポイズ以上、かつ、前記第2の石英ガラス部材2aの粘性が、前記第1の石英ガラス部材の粘性の0.05乃至0.85倍であることを特徴としている。



**【特許請求の範囲】**

【請求項1】 平坦面上に形成された溝内に発熱体を配設した第1の石英ガラス部材と、前記第1の石英ガラス部材の平坦面に密着可能に形成された平坦面を有する第2の石英ガラス部材との、前記平坦面同士を融着させて一体化した発熱体封入ヒータであって、前記第1の石英ガラス部材の1430℃における粘度が $3.0 \times 10^{10}$ ポイズ以上、かつ、前記第2の石英ガラス部材の粘性が、前記第1の石英ガラス部材の粘性の0.05乃至0.85倍であることを特徴とする発熱体封入ヒータ。

【請求項2】 前記発熱体が、直径5乃至15 $\mu$ mのカーボンファイバーを束ねたファイバー束を複数束編み上げてなる編組形状、あるいは組紐形状のカーボンワイヤー発熱体であることを特徴とする請求項1に記載された発熱体封入ヒータ。

【請求項3】 前記カーボンファイバーの含有不純物量が灰分重量として10ppm以下であることを特徴とする請求項2に記載された発熱体封入ヒータ。

【請求項4】 前記第2の石英ガラス部材の粘性が、前記第1の石英ガラス部材の粘性の0.35乃至0.55倍であることを特徴とする請求項1乃至請求項3のいずれかに記載された発熱体封入ヒータ。

【請求項5】 前記第1の石英ガラス部材が、前記平坦面を有する厚さ3乃至20mmの石英ガラス部材であって、平坦面に深さ2〜5mmの溝が形成された石英ガラス部材であること特徴とする請求項1乃至請求項4のいずれかに記載された発熱体封入ヒータ。

【請求項6】 前記第2の石英ガラス部材が、前記平坦面を有する厚さ1乃至5mmの薄肉体からなることを特徴とする請求項1乃至請求項5のいずれかに記載された発熱体封入ヒータ。

**【発明の詳細な説明】****【0001】**

【発明の属する技術分野】本発明は、カーボン発熱体封入ヒータに関し、より詳細には、発熱体を石英ガラス部材中に封入した発熱体封入ヒータであって、半導体製造プロセスにおけるウエハ等の熱処理用に好適に使用される発熱体封入ヒータに関する。

**【0002】**

【従来の技術】半導体製造プロセスでは、その工程においてシリコンウエハ等に種々の熱処理が施される。これらの熱処理には厳密な温度管理が求められると共に、熱処理雰囲気を塵芥等のパーティクルが存在しないクリーンな雰囲気に保つことが要求されている。このため、熱処理に用いられる加熱用ヒータには、均熱性及びより迅速な昇・降温制御性能に優れ、かつ、パーティクル等の汚染物質を放出しない等の諸要件を満たすことが求められている。このような、半導体製造用ヒータの一つとして、発熱体を非酸化性雰囲気ガスと共に石英ガラス部材

等の支持部材中に封入した構造のヒータが知られている。

【0003】本発明者等は、極めて好適な半導体製造用ヒータとして、極細いカーボン単繊維を束ねたカーボンファイバー束を複数束編み上げて作製したカーボンワイヤー発熱体を用い、これを石英ガラス支持部材中に非酸化性ガスと共に封入した構造の半導体熱処理装置用ヒータを開発し、既に、特願平10-254513号として提案している。前記カーボンワイヤー発熱体は、金属発熱体等と比べて熱容量が小さく昇降温特性に優れ、また、非酸化性雰囲気中では高温耐久性にも優れている。しかも、細いカーボン単繊維の繊維束を複数本編んで作製されたものであるため、むくのカーボン材からなる発熱体に比べフレキシビリティに富み、種々の構造、形状に容易に加工できるという利点を有している。従って、この発熱体を高純度な石英ガラス部材等のクリーンな耐熱性支持部材内に非酸化性ガスと共に封入したヒータは、パーティクル等を発生させることがなく、前記したように半導体製造用ヒータとして極めて好適である。

**【0004】**

【発明が解決しようとする課題】ところで、発熱体の周辺雰囲気を非酸化性雰囲気に保つためには、発熱体を封入する技術が特に重要となる。ところが、発熱体を石英ガラス板等で挟み、外周を溶接する従来の封着方法では、部分的な加熱により接触面に歪みや変形が生じ、溶接固定部に応力が集中して石英ガラス板が破損する等の不都合がしばしば発生した。また、例えば、石英ガラス部材を2個以上、目的とする所定形状に融着一体化ヒータにあっては、使用時の石英ガラスの過度の変形を阻止する必要から、粘性の高い石英ガラスを用いなければならなかった。

【0005】しかし、粘性の高い石英ガラスは、融着時にも変形しにくいために融着面間を完全に密着させるには、より高温に加熱して処理しなければならず、コスト高になるという課題があった。しかも、粘性の高い石英ガラス同志の融着は未融着部分を発生させることが多く、前記未融着部分が存在すると、急激な温度変化によってその部分に割れが発生することがあった。この未融着部分の発生を防止するため、接合すべき融着面の徹底した鏡面仕上げが不可欠とされていた。この作業は、この種のヒータ製作において、高い加工コストを必要とするものであり、安価なヒータの製造を阻害するものであった。

【0006】本発明者等は、上記従来技術の状況に鑑み、発熱体を石英ガラス等の支持部材内に封入する際の石英ガラス部材の融着一体化について種々検討した。その結果、一体化すべき石英ガラス部材の一方を、融着加工温度付近で特定値以上の粘性を有する高粘性石英ガラスとし、他方を、該高粘性石英ガラスに対し特定割合の粘性値を有する低粘性石英ガラスとすることによって、

使用時の過度の部材変形を抑止すると共に、両部材の融着を容易に行え、安全かつ確実に石英ガラスを接合一体化できることを見出し、この知見に基づき本発明を完成した。

【0007】本発明は上記技術的課題を解決するためになされたものであり、発熱体を石英ガラス支持体内に容易に、かつ確実に封入することができ、しかも安価に製造でき、半導体製造プロセスにおけるウエハ等の熱処理用等に好適に使用されるダスト発散等が抑制されたクリーンで高耐久性の発熱体封入ヒータを提供することを

目的とするものである。

【0008】  
【課題を解決するための手段】本発明にかかる発熱体封入ヒータは、平坦面上に形成された溝内に発熱体を配設した第1の石英ガラス部材と、前記部材の平坦面に密着可能に形成された平坦面を有する第2の石英ガラス部材との、前記平坦面同志を融着させて一体化した発熱体封入ヒータであって、前記第1の石英ガラス部材の1430℃における粘性が $3.0 \times 10^{10}$ ポイズ以上、かつ、前記第2の石英ガラス部材の粘性が、前記第1の石英ガラス部材の粘性の0.05乃至0.85倍であることを特徴としている。

【0009】ここで、前記発熱体が、直径5乃至15 $\mu$ mのカーボンファイバーを束ねたファイバー束を複数束編み上げてなる編組形状のカーボンワイヤー発熱体であることが望ましい。また、前記カーボンファイバーの含有不純物量が灰分重量として10ppm以下であることが望ましい。発熱体を上記構成にすることによって、ヒータ部材としての高温時の引張強度が確保され、またカーボンファイバーの密着性がその長さ方向において均一になり、よって長さ方向での発熱ムラが低減される。

【0010】ここで、複数本束ねるカーボンファイバーの各々の直径を5～15 $\mu$ mとしたのは、5 $\mu$ m未満では1本1本のファイバーが弱く、これを束ねて所定の縦長形状に編み込んだ発熱体とすることが困難となる。また、ファイバーが細いため、所定の抵抗値を得るためのファイバー本数が多くなり実用的でない。また、15 $\mu$ mを超える場合には、柔軟性が悪く複数本束ねたカーボンファイバー束を編み込むことが困難なばかりか、カーボンファイバーが切断され、強度が著しく低下する、といった不具合が生ずるためである。

【0011】また、カーボンファイバーの不純物を灰分で10ppm以下に制限したのは、不純物が10ppmを超えると、微量の酸素でも酸化され易くなり、このために異常発熱を起こし易くなるからである。実際、不純物が灰分で10ppmを超える場合には、800℃の大気中で10分間で異常発熱を起こし、窒素中に100ppmの酸素が存在する雰囲気においては800℃で10時間使用すると異常発熱を起こすことが確認されている。

【0012】一方、不純物が灰分で10ppm以下の場合には、窒素中に100ppmの酸素が存在する雰囲気において800℃で50時間以上使用しても異常発熱を起こさないこと、及び、800℃の大気中においては10分未満であれば異常発熱を起こさないことが確認されている。なお、不純物は灰分で3ppm以下であることがより好ましい。この場合には、特に異常発熱を抑える効果が大きくなり、より長寿命化を達成できる。

【0013】上記発熱体は、上記5～15 $\mu$ mのカーボンファイバーを100～800本を束ねて、この束を3本以上、好ましくは6～12本束ねてワイヤー形状やテープ形状のような縦長形状に編み込んだものであることが好ましい。カーボンファイバーを束ねる本数が100本未満では所定の強度と抵抗値を得るために6～12束では足りなくなり、編み込みが困難である。また、本数が少ないために部分的な破断に大して編み込みがほぐれ、形状を維持することが困難となる。また、前記本数が800本を超えると、所定の抵抗値を得るために束ねる本数が少なくなり、編み込みによるワイヤー形状の維持が困難となる。

【0014】さらに、上記発熱体は、1000℃での抵抗値を1～20 $\Omega$ /m・本とすることが好ましい。その理由は、一般的な半導体製造装置用加熱装置において、従来からのトランス容量にマッチングさせる必要があるからである。すなわち、抵抗値が20 $\Omega$ /m・本を超える場合には、抵抗が大きいのでヒータ長を長くすることができず、端子間で熱が奪われて温度むらが生じ易くなる。

【0015】一方、抵抗値が1 $\Omega$ /m・本未満の場合には、反対に抵抗が低いのでヒータ長を必要以上に長くとらなければならない、カーボンワイヤーやカーボンテープのような細長のヒータ部材の組織むらや雰囲気むらにより温度のばらつきが生じる虞れが大きくなる。尚、上記発熱体の1000℃での電気抵抗値は、上記特性をより高い信頼性で得るためには、2～10 $\Omega$ /m・本とすることがより好ましい。

【0016】また、前記第2の石英ガラス部材の粘性が、前記第1の石英ガラス部材の粘性の0.35乃至0.55倍であることが望ましく、また第1の石英ガラス部材が、前記平坦面を有する厚さ3乃至20mmの石英ガラス部材であって、平坦面に深さ2～5mmの溝が形成されている石英ガラス部材であることが望ましい。更に、前記第2の石英ガラス部材が、前記平坦面を有する厚さ1乃至5mmの薄肉体からなることが望ましい。

【0017】本発明にかかる発熱体封入ヒータは、第1の石英ガラス部材の平坦面上の溝内に発熱体が配設されていること、また第1の石英ガラス部材が特定値以上の粘性を有する高粘性石英ガラス部材であること、更に、第1の石英ガラス部材と融着する第2の石英ガラス部材が、第1の石英ガラス部材である高粘性石英ガラスに対

し特定割合の粘性を有する低粘性石英ガラス部材であることが顕著な特徴である。

【0018】このように本発明にかかる発熱体封入ヒータは、発熱体を石英ガラス支持部材内に封入するに際し、前記発熱体が収容配置される溝を備えた主部材、即ち前記第1の石英ガラス部材には前記特定高粘性石英ガラスを用い、それを封じる封止用蓋部材、即ち前記第2の石英ガラス部材には前記特定の低粘性石英ガラスを用いることにより、融着時、使用時における過度の変形を防止したものである。また、本発明にかかる発熱体封入ヒータは、接合面に未融着部分を極力抑制して所定形状に一体化し、急激な温度変化による割れを防止したものである。更にまた、接合すべき融着面の徹底した鏡面仕上げを不要とし、安価にヒータを製造することができるものである。

【0019】また、本発明にかかる発熱体封入ヒータは、細いカーボンファイバーを束ねたファイバー束を複数束編み上げてなる編組、あるいは組紐形状のカーボンワイヤーを発熱体として用いている点が顕著な特徴である。

【0020】前記したように、カーボンワイヤー発熱体は、細いカーボンファイバーを束ねて編み上げたものであるため、従来この種の発熱体封入型ヒータに用いられている線状、板状、細帯状等に形成されたむくのカーボン材から成る発熱体に比べて自由度に富み、発熱源としての構造、形状をその目的に最も適合するように自在に配置することができる。また、局所的な温度ムラを極力抑えることができ、また石英ガラスと接触しても、反応して劣化することが少ないため、耐用性に優れている。更に、前記したように、発熱体が含有不純物として灰分基準で10ppm以下のカーボンファイバーからなる場合には、カーボンワイヤー発熱体の局部的異常発熱を抑制することができ、ウエハ等の熱処理に好適に使用することができる。

【0021】

【発明の実施の形態】以下に、本発明を図面を参照して更に詳細に説明する。なお、図1及び図2は、本発明の発熱体封入ヒータの一実施形態を示す図であり、図1は平面図、図2は図1のX-X線での断面図を示す。図1、2に示されている発熱体封入ヒータ1は、加熱面が矩形平板状に形成されており、石英ガラス支持体2内にカーボンワイヤー発熱体3が封入された構造になっている。前記石英ガラス支持体2は、図2に示されているように、前記カーボンワイヤー発熱体3の周辺部に実質的に中空の空間が形成されており、この空間部を除いて、一体化された構造となっている。なお、図中、符号3aは端子である。

【0022】前記カーボンワイヤー発熱体3としては、複数本のカーボンファイバーを束ねたファイバー束を複数束用いてワイヤー状に編み込んだもの等を用いる。前

記カーボンワイヤー発熱体3は石英ガラス支持体2の面に、いわゆるジグザグ形状に配置されている。なお、前記カーボンワイヤー発熱体3の平面配置パターンは、前記のようにジグザグ形状に配置するものに限定されず、渦巻状やその他の形状でも良い。また、ヒータ形状も矩形平板状に限られるものではなく、円形平板状などのその他の形状でもよい。

【0023】前記カーボンワイヤー発熱体3の具体例としては、直径5乃至15 $\mu$ mのカーボンファイバー、例えば、直径7 $\mu$ mのカーボンファイバーを約300乃至350本程度束ねたファイバー束を9束程度用いて直径約2mmの編組、あるいは組紐形状に編み込んだもの等を挙げることができる。前記の場合において、ワイヤーの編み込みスパンは2乃至5mm程度、カーボンファイバーによる表面の毛羽立ちは0.5乃至2.5mm程度である。なお、前記毛羽立ちとは、図10の符号3aに示すように、カーボンファイバーが切断されたものの一部が、カーボンワイヤーの外周面から突出したものである。

【0024】本発明の発熱体封入ヒータ1においては、このようなカーボンワイヤー発熱体3を複数本用いても良く、複数本用いた場合は、発熱特性に関わる品質をより安定させることができる。発熱性状の均質性、耐久安定性等の観点及びダスト発生回避上の観点から、前記カーボンファイバーは、高純度であることが好ましく、特に、ヒータ1が、半導体製造プロセスにおけるウエハ等の熱処理用に用いられるものである場合には、カーボンファイバー中に含まれる不純物量が灰分重量として10ppm、より好ましくは3ppm以下であることが好ましい。

【0025】石英ガラス支持体2は、例えば、融着処理前の組立状態を示す断面図である図3に示すように、カーボンワイヤー発熱体3が内部に収容される溝4を上面に形成した板状石英ガラス部材（主部材）2bと、前記溝4を上から封止するための蓋部を構成する石英ガラス部材（封止用蓋部材）2aとから形成される。すなわち、石英ガラス支持体2は、板状石英ガラス部材（主部材）2bと蓋部を構成する石英ガラス部材（封止用蓋部材）2aとを、カーボンワイヤー発熱体3を前記溝4内に配設し、前記溝4内を非酸化雰囲気とした後、両部材の接合面で融着して作製したものである。

【0026】本発明においては、前記主部材2bを構成する石英ガラス材として、その熔融軟化温度、即ち、1430℃における粘性が $3.0 \times 10^{10}$ ポイズ以上、より好ましくは $3.1 \times 10^{10}$ 乃至 $3.4 \times 10^{10}$ ポイズ、の高粘性石英ガラスを選択して使用する。前記主部材2bを構成する石英ガラスには、半導体の熱処理等の用途に用いる加熱用ヒータ1の発熱体支持部材として、高温での安定した形状保持性、即ち所定温度での耐熱変形性を備えることが必要とされるからである。また、封

止用蓋部材2aを構成する石英ガラス材として、その粘性が、前記主部材2bの粘性の0.05乃至0.85倍、特に好ましくは、0.35乃至0.55倍、の範囲にある低粘性石英ガラスを使用する。

【0027】このように、主部材2bの高粘性石英ガラスに、封止用蓋部材2aの特定低粘性石英ガラスを組み合わせることににより、両者の融着時に過度の変形が生ずることなく、しかも接合面に未融着部分が生ずることなく所定形状に一体化することができる。また、未融着部分の存在が極力抑制されるため、急激な温度変化による割れが防止される。なお、接合すべき融着面の徹底した鏡面仕上げは不要となり、ある程度の鏡面仕上げで十分に融着することができる。

【0028】ここで、封止用蓋部材2aに用いる石英ガラスの粘性が、主部材2aに用いる石英ガラスの粘性の0.05倍より小さい場合は、融着時の粘性が低すぎるため、封止用蓋部材2aが撓んで、主部材2bの発熱体を収容する溝4の上面から内部に垂れ下がってしまい、溝4内に収容配置されているカーボンワイヤー発熱体3と接触する。そして、この接触部において、石英ガラス( $\text{SiO}_2$ )とカーボンワイヤー発熱体3の炭素(C)とが高温で反応して発熱体自体や溝部4の石英ガラスの劣化を招来し、この結果、発熱体3の長さ方向における発熱ムラを生じさせたり、その耐久性を低下させる。したがって、封止用蓋部材2aに用いる石英ガラスの粘性が、主部材2bに用いる石英ガラスの粘性の0.05倍以上が好ましく、特に、主部材2aに用いる石英ガラスの粘性の0.35倍以上が好ましい。

【0029】なお、前記カーボンワイヤー発熱体3は、溝4の内部において主部材2bとも接触している。しかし、カーボンワイヤー発熱体3のカーボンワイヤー外周面には毛羽立ち3aが存在する。この毛羽立ち3aはカーボンワイヤーが切断されたものが外周面から突出したものであり、前記カーボンワイヤー発熱体3は、溝4の内部において、毛羽立ち3aのみが主部材2bと接触し、カーボンワイヤー発熱体3の本体は接触していない。そのため、前記したような石英ガラス( $\text{SiO}_2$ )とカーボンワイヤー発熱体3の炭素(C)との高温で反応が極力抑えられ、石英ガラス質の劣化、カーボンワイヤーの耐久性の低下は抑制されている。これに対し、封止用蓋部材2aの粘性が低すぎると、前記したように主部材2bの発熱体を収容する溝4の上面から内部に垂れ下がってしまい、溝4内に収容配置されているカーボンワイヤー発熱体の本体と接触するため、カーボンワイヤー発熱体3の寿命を短くする。

【0030】一方、封止用蓋部材2aに用いる石英ガラスの粘性が、主部材2bに用いる石英ガラスの粘性の0.85倍より大きい場合は、既に述べたように両部材に同質の石英ガラスを用いるのと同じ状態となり、接合すべき融着面の徹底した鏡面仕上げが必要となるばかり

でなく、石英ガラス支持体2の形状を所定に維持して接合部を完全融着することが困難となる。したがって、封止用蓋部材2aに用いる石英ガラスの粘性が、主部材2bに用いる石英ガラスの粘性の0.85倍以下が好ましく、特に主部材2bに用いる石英ガラスの粘性の0.55倍以下が好ましい。

【0031】上記石英ガラス支持体2を構成する封止用蓋部材2a及び主部材2b、特に、封止用蓋部材2aは、肉厚が1乃至5mmの範囲にある薄肉体であることが好ましい。前記肉厚が、1mm未満では、封止用蓋部材2aが変形し、本発明の発熱体封入ヒータ1上面に凹凸が形成されてしまい、ヒータ1の面内均一発熱性が損なわれる危険性が生ずる。一方、肉厚が5mmを越える場合には、発熱体3からヒータ1加熱面である上面迄の間隔が長く、ヒータ1上部の熱容量が大きくなるために、熱効率及び熱伝達の応答性が不十分となってしまう。

【0032】図1、2のヒータ1の場合、図3に示すように発熱体3収容溝4の厚さを含まない主部材2bの厚さ $t_2$ は、封止用蓋部材2aの厚さ $t_1$ にほぼ等しく設定されている。しかし、両部材2a、2bが必ずしも同一の厚さを有する必要はなく、図6、図7に示したヒータ1のように、この主部材2bの厚さ $t_2$ を厚く、封止用蓋部材2aの厚さ $t_1$ を薄く、例えば、 $t_1$ の厚さを、 $t_2$ の厚さ(発熱体収容溝の厚さを含まない)の1/2以下としても良い。このような厚さ比を有するヒータ1は、発熱体3とヒータ上面との距離が短く電熱応答を速くでき、ヒータ主部が厚いため全体が変形し難く、かつ、ヒータ1の底面温度が上面温度ほど高くない利点がある。

【0033】この利点を有するためには、この主部材2bの厚さ $t_2$ が3mm乃至20mmであるのが好ましい。主部材2bの厚さ $t_2$ が20mmを越えると熱容量が大きくなるため電熱応答が遅くなり、また主部材2bの厚さ $t_2$ が3mmより小さいと機械的強度が不足するためである。なお、このとき主部材2bに形成される溝4の深さdは2mm乃至5mmである。

【0034】更に、図8、図9に示したように、多数の微細閉気孔を有する不透明(または発泡)石英ガラス部材2cをヒータ面の反対側に配設した形態としても良く、この不透明石英ガラス部材2cにより輻射熱のヒータ1の下部への伝達が抑制される。

【0035】次に、図4を参照して、本発明の発熱体封入ヒータ1作製における石英ガラス部材等の融着処理に付いて説明する。図4に示すように、カーボン製の下部材5の上に石英ガラス板2b(主部材)と2a(封止用蓋部材)を配置し、その上にカーボン製の上部材6を載せ、更にその上にカーボン材からなる重り7を載せて熱処理炉内にセッティングする。なお、下部材5の上面と、上部材6の下面には、鏡面加工が施されている。

【0036】また、ヒータ1が半導体熱処理用等の用途に用いられるものである場合には、これらのカーボン部材は全て、不純物5ppm以下の純化品を使用する。また、本発明における融着処理において、石英ガラス各部材が完全に融着し、支持体が一体化するためには、上記カーボン部材が均質であること及び石英ガラス部材と接する部分の表面粗度が適当であることが重要である。この表面粗度と均質性を適切なものとするには、例えば、上記カーボン材に開孔孔率が15%以下で、かつ嵩密度が1.8乃至2.0g/cm<sup>3</sup>のものをを用い、これをバフ研磨乃至鏡面研磨して仕上げる。これによって、カーボン部材による石英ガラス支持体への均一な加圧が可能となり、また石英ガラスとカーボンの熱膨張係数の違いに伴う製造時の石英ガラス中への熱歪みの残留を防止することが可能となる。

【0037】そして、炉内を1torr以下の真空中に保ち、1300乃至1600℃で0.5乃至5時間熱処理して、2枚の石英ガラス板2a、2bの接合面を融着する。この熱処理は温度が低い時は長く、高い時は短くし、状況に応じて適宜変更して行う。この工程において、カーボンワイヤー発熱体の周囲の雰囲気、即ち溝内の雰囲気は、減圧あるいは非酸化性雰囲気になるようにする。冷却に際しては、石英ガラスの歪み点である1150℃付近での冷却を穏やかに行う。1150℃付近での冷却速度は、例えば50乃至150℃/時間程度の設定する。このような熱処理によって、石英ガラス支持体2、即ち、2枚の石英ガラス2a、2bの接合面全体を融着して実質的に一体化する。即ち、上記カーボンワイヤー発熱体3の周辺部に実質的に中空の空間が形成されており、この空間部を除いて実質的に一体化される。

【0038】なお、上記融着処理は、熱処理炉内で加熱する方法、つまり、外部からの加熱手段を採用しているが、これのみならず、所定炉内で石英ガラス板をカーボン部材によって挟み、石英ガラス板中のカーボンワイヤーを通電発熱させ、石英ガラス板を融着する方法を採用することができる。このような内部からの加熱手段による加熱であると石英ガラス板の外周からではなく、中心側より融着が進むため、石英ガラス板間に存在するガスを融着時に取り込んで、気泡を残存させる不都合を避け

ることができる。また、例えばカーボン部材の替わりにAlN等の部材によって挟み、高周波誘導加熱によって石英ガラス板中のヒータ1部材を発熱させる方法等を採用することもできる。

【0039】図5は、本発明にかかる発熱体封入ヒータ1の使用態様を例示したものである。カーボンワイヤー発熱体3の端部が、ヒータ面1aに対してほぼ垂直に引き出され、カーボン端子20を介してMo端子線21に接続されている。これらは石英ガラス管24内に配置されている。そして、Mo端子線21はMo箔22を介して2本のMo外接線23に接続されている。なお、Mo箔22はピンチシールされている。

【0040】

【実施例】下記表1に示した粘性を有する3種類の石英ガラス板試料A、B、C(50×50×3<sup>±</sup>mm)を用意した。

【0041】

【表1】

| 試料 | 測定粘性 (poise)    | 石英ガラス調製法 |
|----|-----------------|----------|
| A  | $3.2 \times 10$ | 電気真空法    |
| B  | $1.3 \times 10$ | 酸水素炎法    |
| C  | $2.5 \times 10$ | 電気真空法    |

【0042】これら石英ガラス試料の粘性を測定した。この測定方法は、ビームベンディング法(石英ガラス試料に3点曲げ荷重をかけ熱処理後の撓み変形値から、粘性を換算により算出)により行った。なお、このときの測定温度は、1430℃である。そして、上記A、B、C3種の石英ガラス試料板の一面を鏡面研磨加工し、融着温度1430℃、融着時間2時間、炉圧0.1torr、融着時加重0.1kg/cm<sup>2</sup>の件下に同種試料板の前記研磨面同志、及び異種試料板の研磨面同志を融着した。各試料の組合せによる融着状態を表2に示す。

【0043】

【表2】

1 1

1 2

|   | A                | B                                      | C                     |
|---|------------------|--|-----------------------|
| A | 未融着部が全融着面積の30%以上 | 全面でほぼ完全な融着が確認され、変形量わずか                 | 未融着部20%未満、変形量わずか      |
| B |                  | 未融着部はないが、融着後のビームペンディング試験で1430℃の変形量が大きい | 未融着部20%未満、変形量が大きい     |
| C |                  |  | 未融着が全融着面積の20%、変形量が大きい |

## 【0044】

【発明の効果】本発明にかかる発熱体封入ヒータは、発熱体を封入する支持部材が、特定値以上の粘性を有する高粘性石英ガラス部材と、前記高粘性石英ガラスに対し特定割合の粘性値を有する低粘性石英ガラス部材とを融着接合してなるため、粘性特性の同じ石英ガラスを融着する従来の場合とは異なり、融着時、使用時において過度の変形を生ずることがなく、また接合面に未融着部分が生ずることもない。また未融着部分の存在が極力抑制されるため、急激な温度変化による割れが防止される。更にまた、接合すべき融着面の徹底した鏡面仕上げは不要となり、安価にヒータを製造することができる。

【0045】また、本発明にかかる発熱体封入ヒータは、細いカーボンファイバーを束ねたファイバー束を編み上げてなるカーボンワイヤーを発熱体として用いているため、従来この種のヒータに用いられているむくカーボン材から成る発熱体に比べてフレキシビリティに富み、発熱源としての構造、形状をその目的に最も適合するように自在にアレンジすることができる利点を有する。また、本発明にかかる発熱体封入ヒータは、細いカーボンファイバーを束ねたファイバー束を編み上げてなるカーボンワイヤーを発熱体として用いているため、局所的な温度ムラを極力抑えることができ、また石英ガラスと接触しても、反応して劣化することが少ないため、耐用性に優れている。更に、発熱体が含有不純物として灰分基準で10ppm以下のカーボンファイバーからなる場合には、カーボンワイヤー発熱体の局部的異常発熱を抑制することができ、ウエハ等の熱処理に好適に使用することができる。

【0046】以上のように本発明にかかる発熱体封入ヒータは、目的とする所定形状に完全融着されているため、均熱性、昇降温制御性及び清浄性に優れ、かつ耐久性にも極めて優れている。

## 【図面の簡単な説明】

【図1】図1は、本発明の発熱体封入ヒータの一実施形態を示す平面図である。

\*【図2】図2は、図1のヒータのX-X線での断面図である。

【図3】図3は、図1のヒータを融着処理する前の組立状態を示す断面図である。

【図4】図4は、図1のヒータの融着処理を示す図である。

【図5】図5は、図1のヒータの使用状況を示す図である。

【図6】図6は、図7のヒータ1を融着処理する前の組立状態を示す断面図である。

【図7】図7は、本発明の発熱体封入ヒータの他の実施形態を示す断面図である。

【図8】図8は、図9のヒータを融着処理する前の組立状態を示す断面図である。

【図9】図9は、本発明の発熱体封入ヒータの他の実施形態を示す断面図である。

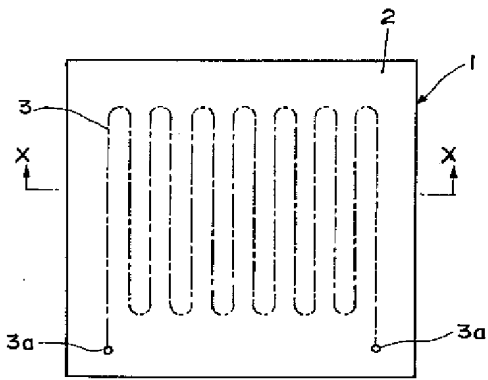
【図10】図10は、本発明の発熱体封入ヒータに用いられるカーボンワイヤー発熱体を示す図である。

## 【符号の説明】

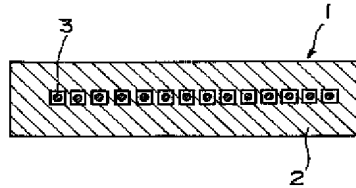
- 1 発熱体封入ヒータ
- 1 a ヒータ面
- 2 石英ガラス支持体
- 2 a 石英ガラス部材（封止用蓋部材）
- 2 b 石英ガラス部材（主部材）
- 2 c 不透明（または発泡）石英ガラス部材
- 3 カーボンワイヤー発熱体
- 3 a 毛羽立ち
- 4 溝
- 2 0 カーボン端子
- 2 1 M○端子線
- 2 2 M○箔
- 2 3 M○外接線
- 2 4 石英ガラス管
- t<sub>1</sub> 石英ガラス部材（封止用蓋部材）厚さ
- t<sub>2</sub> 石英ガラス部材（主部材）厚さ

\*

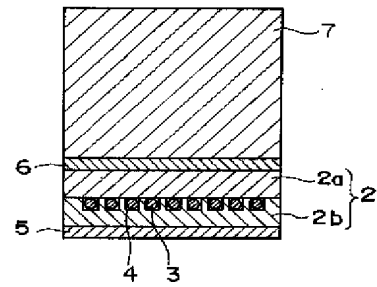
【図1】



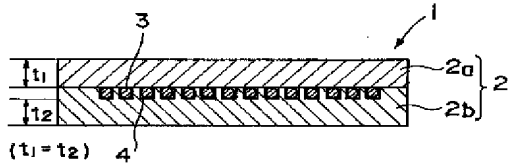
【図2】



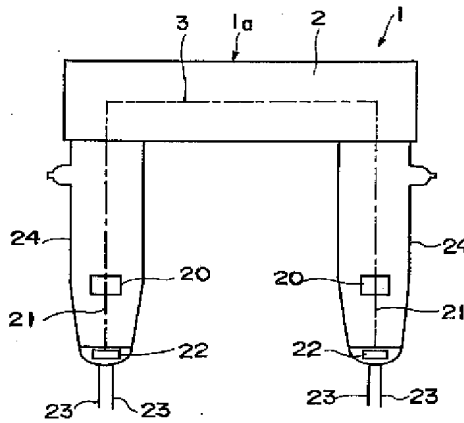
【図4】



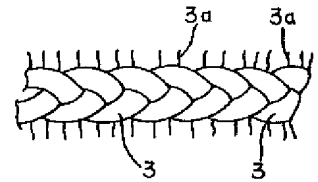
【図3】



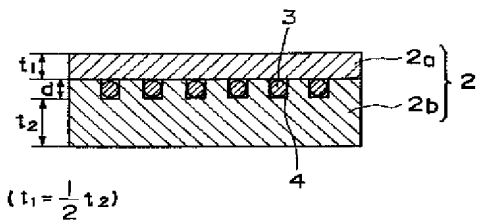
【図5】



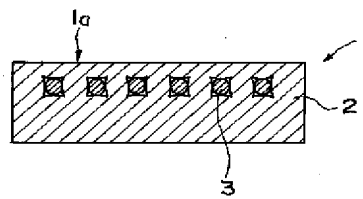
【図10】



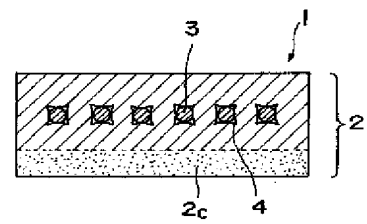
【図6】



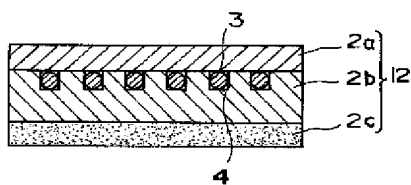
【図7】



【図9】



【図8】





## フロントページの続き

(72)発明者 金 富雄  
山形県西置賜郡小国町大字小国町378番地  
東芝セラミックス株式会社小国製造所内

(72)発明者 永田 智浩  
山形県西置賜郡小国町大字小国町378番地  
東芝セラミックス株式会社小国製造所内

(72)発明者 齋藤 紀彦  
山形県西置賜郡小国町大字小国町378番地  
東芝セラミックス株式会社小国製造所内

(72)発明者 瀬古 順  
山形県西置賜郡小国町大字小国町378番地  
東芝セラミックス株式会社小国製造所内

(72)発明者 横山 秀幸  
山形県西置賜郡小国町大字小国町378番地  
東芝セラミックス株式会社小国製造所内

(72)発明者 中尾 賢  
神奈川県相模原市田名2954-10

(72)発明者 斎藤 孝規  
神奈川県相模原市大島2736

(72)発明者 長内 長栄  
神奈川県相模原市清新8-1-14-605

(72)発明者 牧谷 敏幸  
東京都昭島市東町2-1-22-101

Fターム(参考) 3K092 QB16 QB26 QB45 QB70 QB80  
RD11 RE01 RF19 TT03 VV40

PAT-NO: JP02000173750A  
DOCUMENT- JP 2000173750 A  
IDENTIFIER:  
TITLE: HEATING ELEMENT-SEALED  
HEATER  
PUBN-DATE: June 23, 2000

INVENTOR-INFORMATION:

| NAME                | COUNTRY |
|---------------------|---------|
| SOTODANI, EIICHI    | N/A     |
| KIN, TOMIO          | N/A     |
| NAGATA, TOMOHIRO    | N/A     |
| SAITO, NORIHIKO     | N/A     |
| SEKO, JUN           | N/A     |
| YOKOYAMA, HIDEYUKI  | N/A     |
| NAKAO, MASARU       | N/A     |
| SAITO, TAKANORI     | N/A     |
| OSANAI, CHOEI       | N/A     |
| MAKITANI, TOSHIYUKI | N/A     |

ASSIGNEE-INFORMATION:

| NAME                    | COUNTRY |
|-------------------------|---------|
| TOSHIBA CERAMICS CO LTD | N/A     |
| TOKYO ELECTRON LTD      | N/A     |

APPL-NO: JP10356937  
APPL-DATE: December 1, 1998

INT-CL (IPC): H05B003/14 , H01L021/324

ABSTRACT:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a clean and highly durable heating element-sealed heater, enabling heating elements to be sealed in a quartz glass support body easily and surely, capable of being manufactured at a low cost, suitably used for heat treatment, etc., of a wafer, etc., in a semiconductor manufacturing process, and suppressed in dust shedding, etc.

SOLUTION: A first quartz glass member 2b made up by disposing heating elements 3 in grooves 4 formed in a flat surface and a second quartz glass member 2a having a flat surface formed, to be able to make close contact with the flat surface of the first quartz glass member 2b are unified by fusing the flat surfaces together to form a heater 1 charged with heating elements. The viscosity of the first quartz glass member 2b at 1,430 °C is  $3.0 \times 10^{10}$  poises or higher, and the viscosity of the second quartz glass member 2a is 0.05 to 0.85 times the viscosity of the first quartz glass member 2b.

COPYRIGHT: (C)2000,JPO